

古城油田古3406断块开发效果分析及治理对策

李协宽 余先政 张向东

中国石化河南油田分公司采油二厂 河南南阳 473400

摘要: 古城油田古3406断块具有构造复杂、断层发育、纵向上含油层位多、单层厚度薄、层间及平面上渗透率差异大得特点。断裂系统复杂造成地质认识不精细,部分油层得油水关系存在矛盾;层间各小层吸水不均衡导致水线推进不均匀,高渗层窜流明显,低渗层不能有效动用;平面上非均质性强、断块靠近断层部位和构造高部位注水受效差、井网分布不规则导致注水窜流方向明显。文中对泌124断块构造再认识,通过井网完善及注采立体精细调整,实现层间剩余油和平面剩余油均衡驱替,取得了较好的效果。

关键词: 古城油田;断块油藏;注水窜流;注采调整

Analysis of the Development Effect of Ancient 3406 Fault Block in Gucheng Oilfield And governance Countermeasures

Xiekuan Li, Xianzheng Yu, Xiangdong Zhang

The Second Oil Production Plant, Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang 473400, China

Abstract: The ancient 3406 fault block of Gucheng oilfield is characterized by complex structure, fault development, many oily layers in longitudinal, thin thickness of single layer, and large permeability difference between layers and plane. The complex fracture system causes poor geological understanding, and the relationship between some oil layers is contradictory; the unbalanced water absorption of the small layers leads to the uneven waterline propulsion, the obvious flow of the high permeability layer, which cannot be effectively used; the low permeability layer has strong heterogeneity on the plane, the fault block near the fault area and the high structure, and the irregular distribution of the well network. In this paper, the structure of PI 124 fault block is rerecognized, and the balanced displacement of interlayer residual oil and plane residual oil is realized through the improvement of well network and the fine adjustment of injection and production, and has achieved good results.

Keywords: Gucheng oil field broken block reservoir, Water injection flow, Injection and production adjustment

1 油藏基本概况

1.1 构造及沉积特征

古城油田古3406断块位于河南省唐河县古城乡,受F11、F11₁、f6²及一系列次级断层控制,轴向近南北向,西翼较陡,倾角10.5°,东翼较缓,倾角13.4°。物源主要来自于北部的古城三角洲砂体,主要由三角洲前缘亚相的水下分河道、河口坝、前缘席状砂等微相组成,河道砂体前端呈“指状”分布,平面厚度变化较大。储层以细砂岩为主,粉砂岩次之。储层胶结方式主要为孔隙式胶结和泥质胶结为主。分选中等,磨圆度次尖一次圆,风化中等。储层物性中等,孔隙度平均为22%,渗透率平均为0.69 μm²。

1.2 流体特征

古3406断块下层系含油面积0.6Km²、地质储量91.73×10⁴t。储层平均孔隙度25.37%、渗透率0.475 μm²、渗透率极差12.3,50℃下原油粘度399.12mPa·s。整体上表现为孔渗性好,非均质性强,原油为普通稠油I-2类。

1.3 开发历程

古3406断块于1988年12月投入全面开发,先后经历了降压开采阶段、笼统注水阶段、分层注水阶段、调整完善阶段、聚驱阶段、后续水驱阶段。2008年5月进入三次采油阶段,提高了注聚的开发效果。2015年转入后续水驱后生产效果逐渐变差,目前共生产油井10口,日产液205.7吨,日产油17.3吨,含水91.6%,平均动液面650米,采油速度0.51%。共有注水井6口,日注水量214m³,月注采比1.04。

2 影响开发效果的原因分析

2.1 地质认识不精细，部分油层有水关系存在矛盾

古3406断块V8层东部原认识油水边界位于泌1244井处，分析认为油水边界具有外扩潜力，主要依据如下：

(1) 泌1244井原认识为油水同层，生产V1、4、7、8层日产油7.9吨，不含水；(2) 2019年部署在构造低部位的古3701井V8层电性特征较好，录井油斑显示，试采日产油3.0吨，含水68%。比泌1244井构造位置低的古336井V8原认识为水层，补孔生产证实为油层。因此，古3406断块V8层东部油水边界外扩至古3701井低部位。按照同一圈闭具有统一的油水界面，推测西部古3100井区油水边界可外扩至与东部等高的位置。北部次级断块古3102井区，因局部微构造发生变化，地层向西抬起，按照成藏规律，断层控制含油边界。

2.2 纵向上吸水差异大，低渗层动用程度低

古3406断块下层系油层上部多为水下分流河道砂体，粒度粗，渗透率高，下部多为河口砂坝，粒度细，渗透率相对低。纵向组合呈反韵律型。层间渗透率变异系数0.85，非均质系数2.0，级差7.1，层间非均质性严重，造成纵向上吸水差异大，剖面矛盾突出。

从目前的吸水剖面情况来看：主力层中只有V³¹⁻²层吸

水稍好，V²¹、V⁴²、V⁸层吸水较差，分析认为主力层吸水差主要有两方面原因：一是受注水工艺影响，多层注水存在层间干扰；二是经过6年的聚合物驱，大量聚合物仍积存在地下，对地层形成了阻塞。从整体看，6口注水井共注水53个小层，注水层段中不吸水的层数占总层段的63.5%，不吸水层厚占比56%（见图1）。虽然采用了多层分注，但受纵向物性差异的影响，部分层段和段内的小层仍不吸水。

由于纵向上的物性差异及吸水差异导致低渗透层动用程度低，严重制约开发效果。目前整体采出程度为36.07%，但是V^{7.8}层因物性差，注采比仅0.54，采出程度仅22.9%（见图2）。

2.3 平面上注水方向性强，窜流严重

受平面非均质性和注采井网不规则共同影响，注水窜流严重，主力层发生窜流的注采通道占比64.3%。

注水井古F3406井分四段注水，P1：V²¹⁻²层，P2：V²³层，P3：V³²⁻³层，P4：V⁴²、5¹、8层；对应油井6口：古3004、古3407、古3103、古3504、古33033、古3802井。示踪剂监测结果显示V²¹⁻²层主要窜流方向依次为古3004、古3103、古3407、古3303、古33033；V²³层主要窜流方向依次为古3407、古33033、古3004、古3303、古3103、古3504；V³²⁻³层主要窜流方向依次为古3407、古3103、古3303、古33033、古3504、古3004；V⁵¹层主要窜流方向依次为古3303、古3103、古33033、古3504、古3407、古3004。井组发生窜流前后对比，日产液上升16.4吨，含水上升19.9%，平面调整难度大。

3 调整技术对策及效果分析

3.1 调整思路

针对古城油田古3406断块油藏特点及开发中存在的主要问题，以注水调整工作为重点，持续深化油藏认识研究，立体精细调整，实现层间剩余油及平面剩余油均衡动用，助推复杂断块油藏持续稳产、增产。

3.2 深化油藏认识，完善注采井网

3.2.1 构造储层精细刻画

通过开展精细地层对比，核实原有断点数据，井震结合，优化断点组合，重新恢复了断块构造。与原认识相比新增F11⁸断层；F11²断层向东延伸至古F3406井；古3102井区地层向西抬升，而不是呈平台状。

3.2.2 油水分布特征研究

分析近年来试油、试采井资料，用测井解释相关参数绘制交绘图版，开展储层“四性”关系再认识，完善油、水、

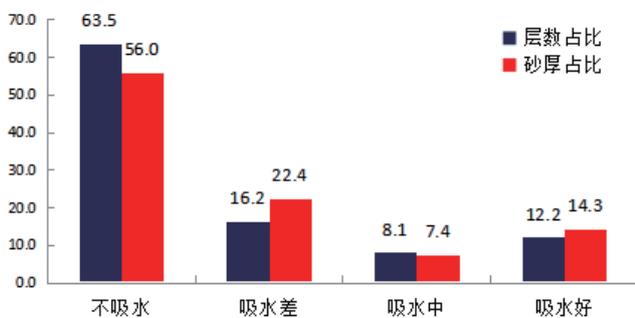


图1 古3406断块下层系吸水情况统计

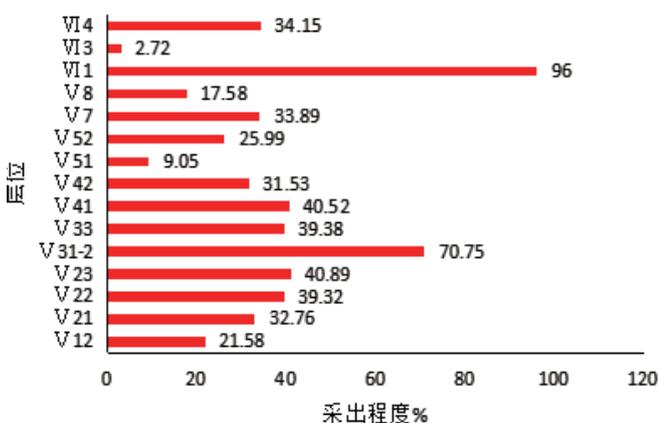


图2 古3406断块下层系采出状况统计

干层储层流体评价标准。针对V8层存在的油水分布矛盾点开展油水分布特征研究,优选潜力井古336井、古3701井试采验证,阶段增油241吨。在取得突破后,对V7-VI4层逐层梳理,合计新增地质储量18.2万吨。

3.2.3 局部注采井网完善

在古3406断块下层系滚动扩边的基础上对新增储量及井间未控制储量进行梳理,设计矢量化井网,部署新井4口:古3803、古3802、古3801、古3800。4口井均设计定向井,古3801、古3802为单靶心定向井;古3800、古3803井设计为双靶心定向井,古3800井A靶设计目的层为H3 V8层,B靶设计目的层H3 VI3层;古3803井A靶设计目的层为H3 V3层,B靶设计H3 V8层。目前日产油14.2吨。

3.3 注采立体精细调整

3.3.1 注入结构调整

(1) 水井补孔分注,挖潜低渗层剩余油

围绕层间物性差异,对低渗层V7.8.VI1.3.4层实施补孔分注,挖潜低渗层剩余油。截止目前已优选注水井古31022和古F3406井实施补孔分注,实施后井组累计增油1097吨。

(2) 差异动态调配,挖潜平面剩余油

对古3406断块下层系开展了油藏数值模拟研究,得出合理的注采比为0.95-1.0。在此基础上根据井组情况对新完善井组采用加大强度注水,对小井距井组采用预警注水,对层间差异大的井组采用周期注水,对窜流严重的井组进行注采耦合注水,促进平面剩余油均衡动用,已实施调水13井次,累计增油217吨。

3.3.2 采出结构调整

(1) 补孔返层,动用隐蔽层剩余油

首先对低效油井进行纵向潜力排查,通过本井干差层“四性”关系再认识和邻井测井曲线对比,发现低阻隐蔽油层,经潜力分析后补孔、返层,重建注采流线,动用层间剩余油。例如:古3405井V2²层控制地质储量0.6万吨,孔隙度25.271%,渗透率0.941 μm²,含油饱和度23.6%,测井解释为干层,综合分析为油层;V2³层控制地质储量1.3万吨,孔隙度22.4%,渗透率0.334 μm²,含油饱和度25.8%,测井解释为干层,综合分析为油层,实施补孔后,日增油

2.8吨,累计增油226吨。

(2) 控强提弱,动用平面弱流线区剩余油

对古3406断块下层系井组内注水流线梳理,依据动态监测资料,识别注水强弱流线,控制优势方向压流线,提高弱势方向拉流线,改变地层压力场分布,依靠调参、补孔、氮气抑水、堵水进行流线调整,实现平面弱流线区剩余油均衡动用。如古F3406井组V2.3层注水优势方向为东边的古3407井,但西侧的古3103井不受效。对古3407井调小参压流线,对古3103井提液拉流线,实施后古3407井日增油0.5吨。

(3) 油井堵水,动用平面弱流线区剩余油

当平面窜流非常严重时,调水调参已难以改变窜流方向,需对出水层封堵,进一步促进弱流线区剩余油均衡动用。例如:古3203井V2.3.4层受古31022注水影响造成水淹,为了提高油井产能,对该井实施堵水措施,封堵后生产V5¹、72、8^{1.2}、VI1层,已累计增油609吨。

(4) 氮气抑水,动用平面强流线区剩余油

利用氮气封堵出水孔道、增加水相渗流阻力作用削弱流线,抑制注入水突进,实现平面强流线区剩余油均衡动用。例如:古3102井受古31011井V3^{2.3}层注水指进影响,根据氮气封堵出水孔道,削弱流线的的作用,对该井实施了氮气抑水,实施后已累计增油363吨。

通过实施以上措施,截止目前区块减少无效产液37吨/天,日产油上升5.1吨/天,采油速度上升0.13%。

4 结论

(1) 古3406断块已进入开发中后期,突出问题导向,加强地质认识基础研究,发现并解决油水矛盾,是实现油藏增储的主要思路。

(2) 聚驱转水驱后,精确剖析注采矛盾,从注入端和采出端精细注采流线调整,是实现区块高效开发的主要途径。

参考文献:

- [1] 余先政.基于热力学和动力学原理的硫酸盐结垢模型研究[D].西南石油大学.2018.
- [2] 陈执勤.井楼油田七区南部吞吐开发效果分析及治理对策[J].西部探矿工程,2009,21(02):73-74+77.